

# Comment les agricultures urbaines nous amènent à repenser notre rapport aux sols urbains

*6 Mars 2024*

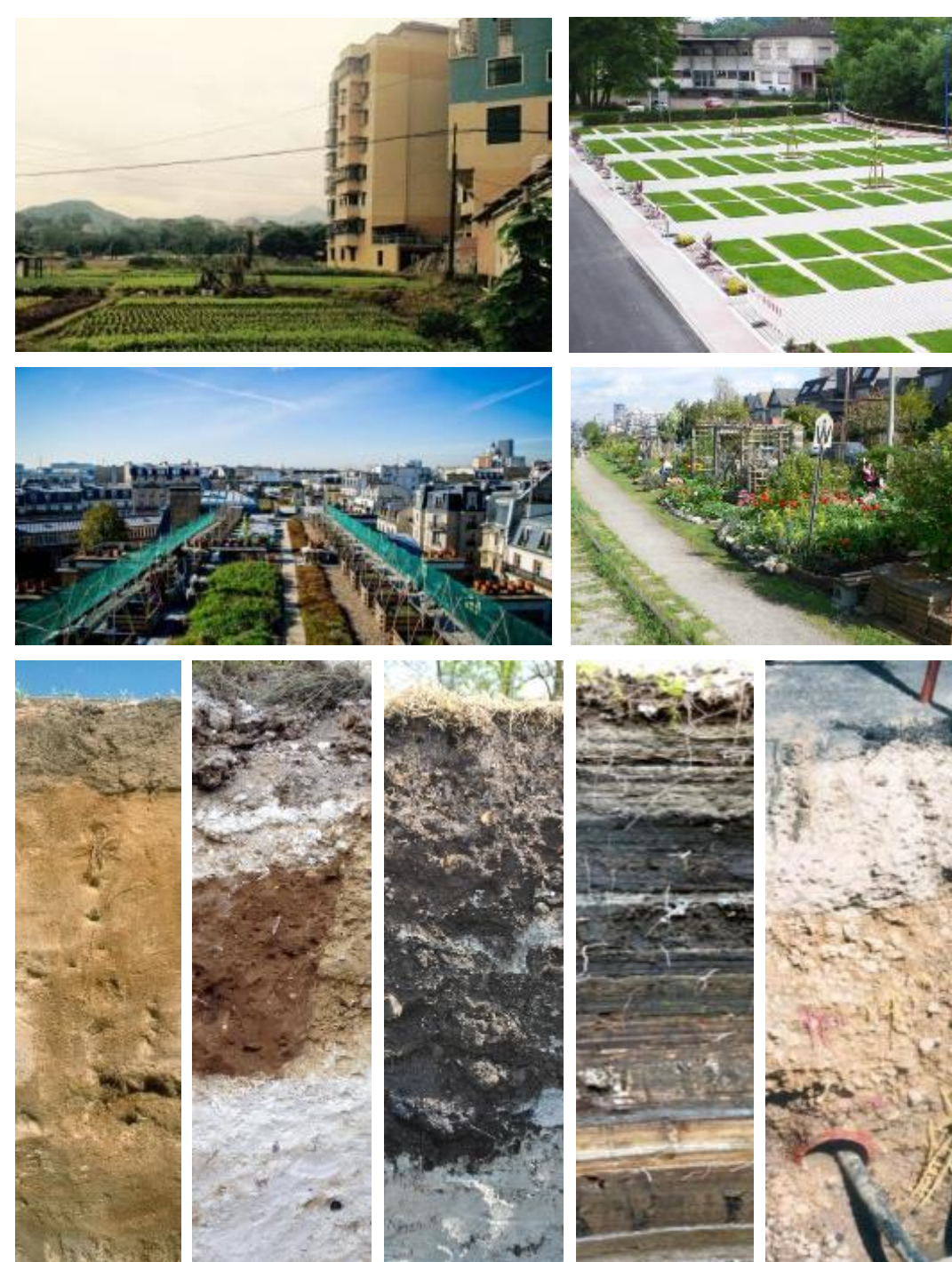
Pr. Geoffroy Séré



**LSE**



**UNIVERSITÉ  
DE LORRAINE**

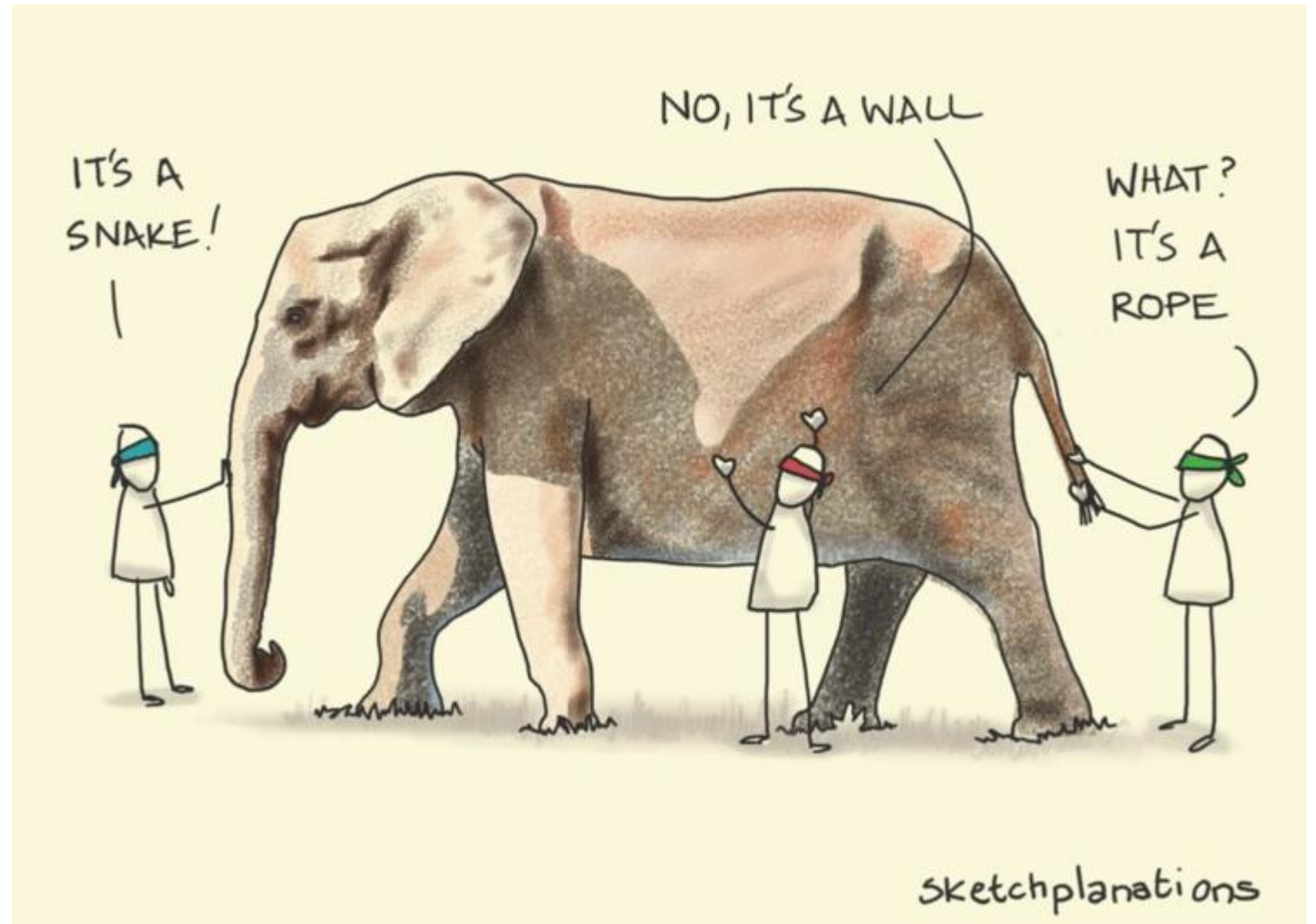


# Qu'est-ce qu'un sol urbain ?



# Qu'est-ce qu'un sol urbain ?

*Débutons par une fable indienne...*



# Qu'est-ce qu'un sol urbain ?

- Pour un agriculteur/agronome...
- ... une surface en expansion constante, au détriment des sols agricoles

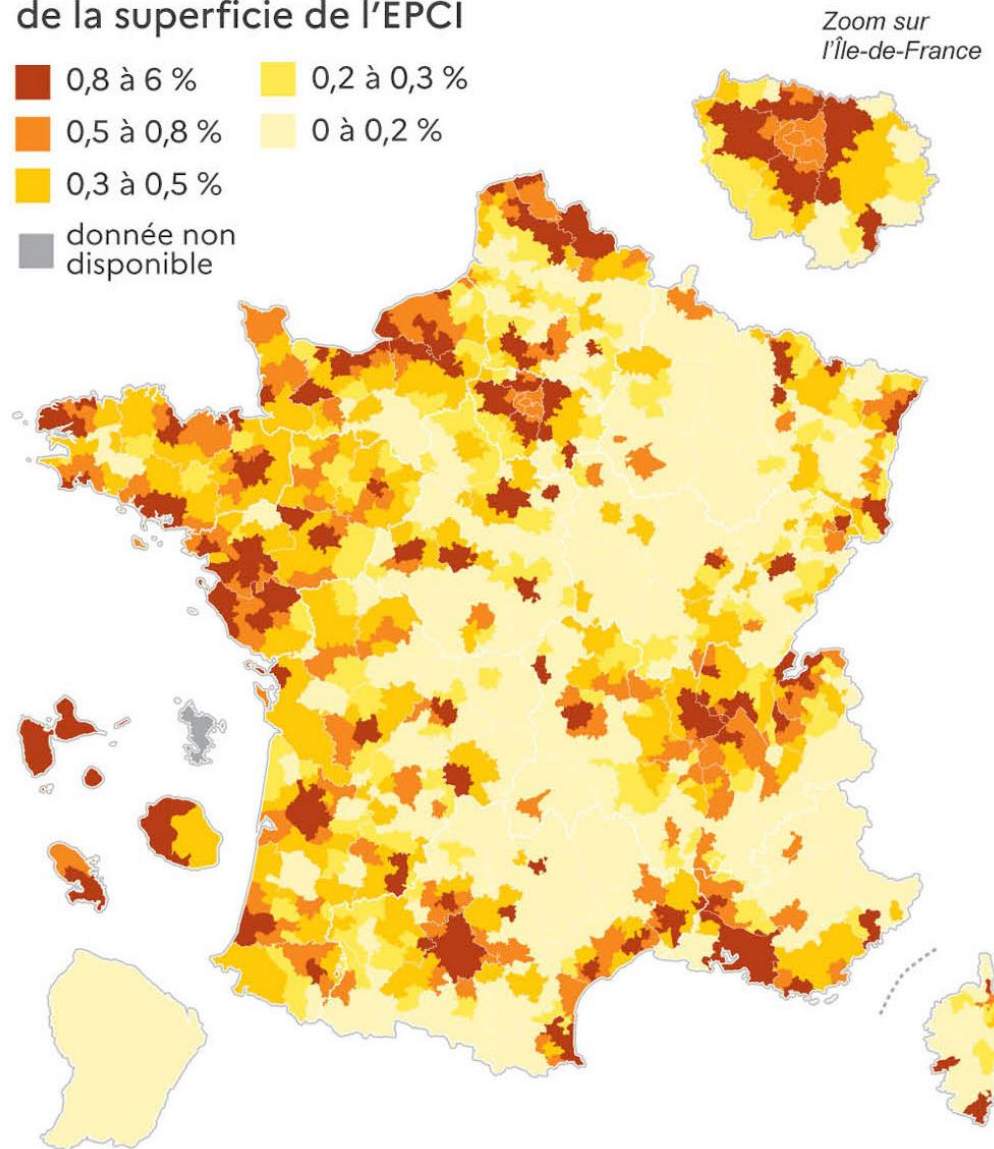
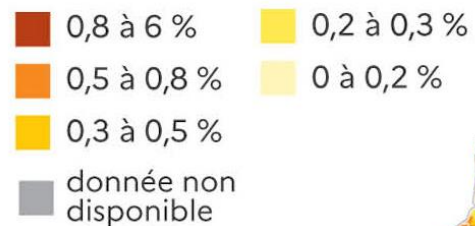


# Qu'est-ce qu'un sol urbain ?

- Pour un agriculteur/agronome...
- ... une surface en expansion constante

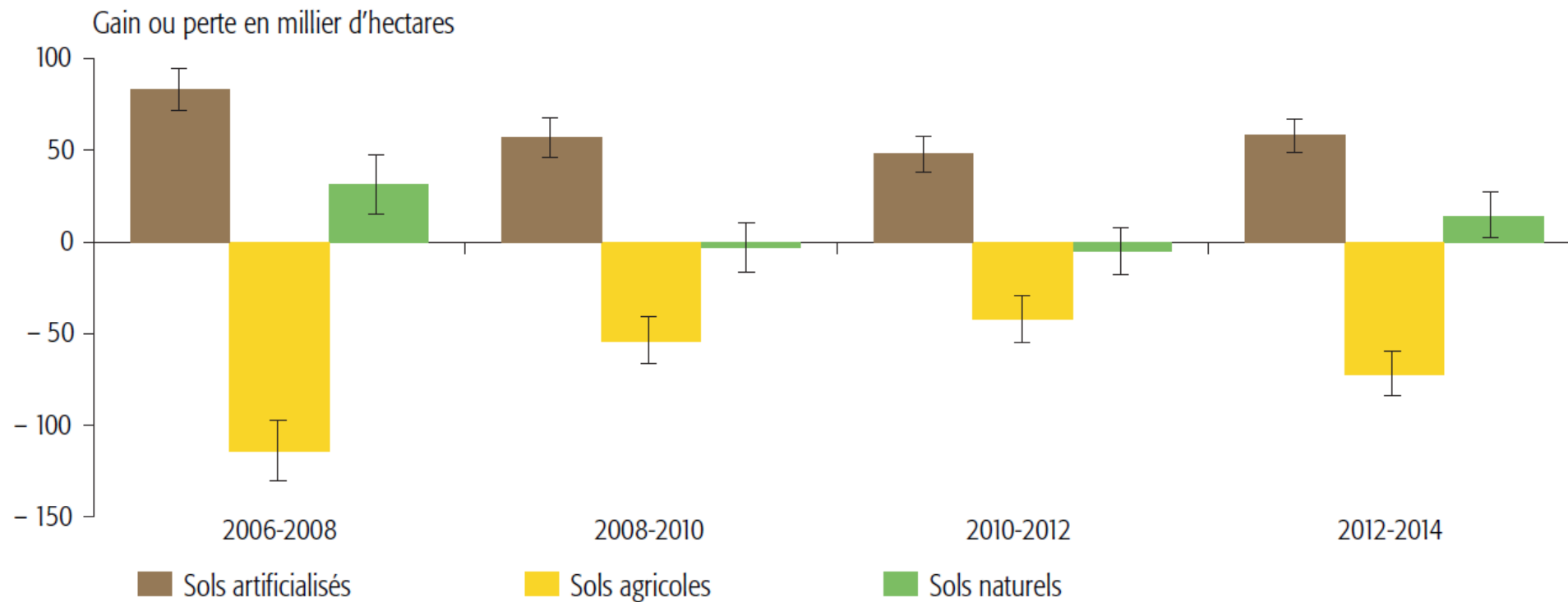
Entre 30 000 et 40 000 ha  
de sols artificialisés par an  
(70 000 terrains de foot)

Artificialisation des terres  
entre 2009 et 2017, en %  
de la superficie de l'EPCI



# Qu'est-ce qu'un sol urbain ?

- Pour un agriculteur/agronome...
- ... une surface en expansion constante, au détriment des sols agricoles



# Qu'est-ce qu'un sol urbain ?

- Pour un citoyen...
- ... le support de nos vies, trajets et loisirs



# Qu'est-ce qu'un sol urbain ?

- Pour un aménageur...
- ... un déchet (perçu comme peu fertile et contaminé) dont il faut se débarrasser (200 millions t.an<sup>-1</sup>)





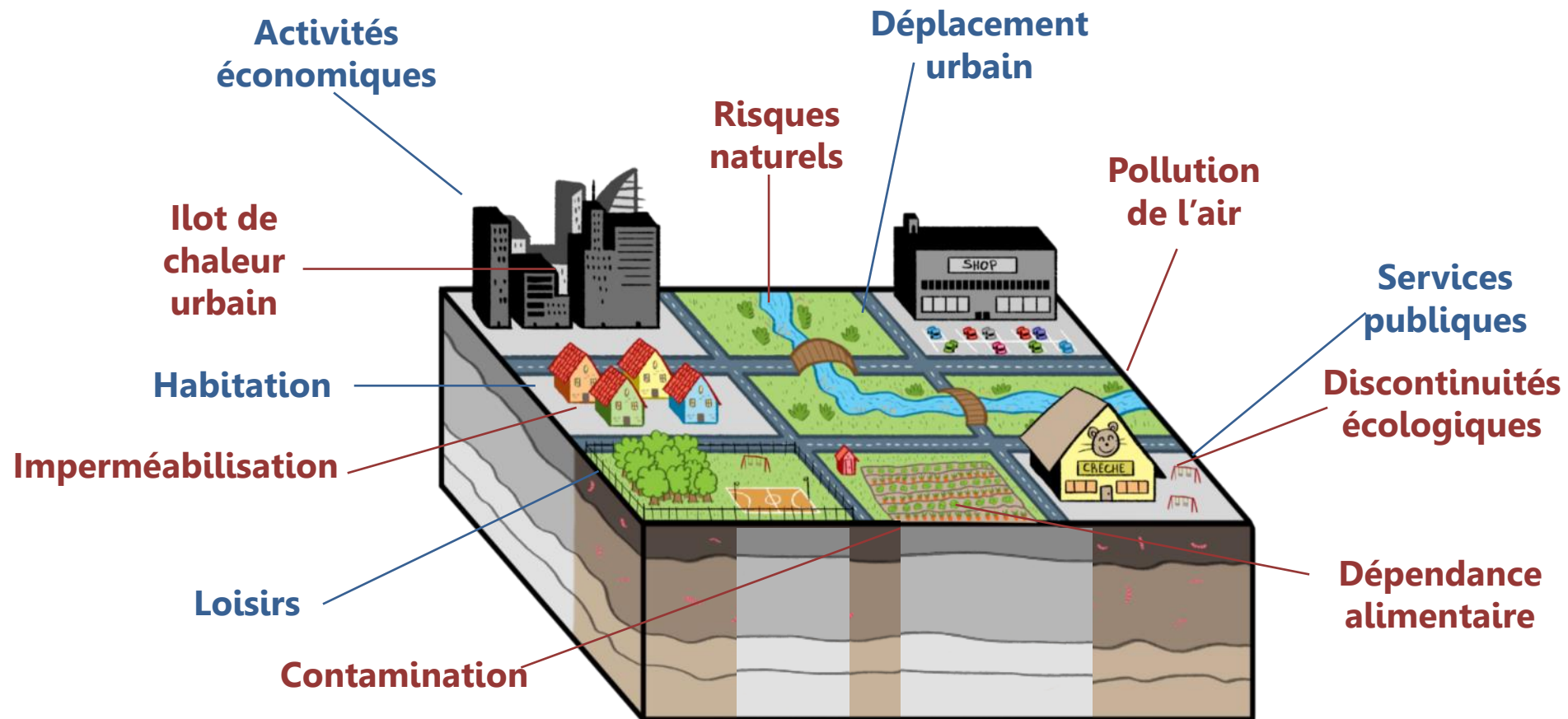
# Qu'est-ce qu'un sol urbain ?

- Pour un urbaniste...
- ... une surface foncière...



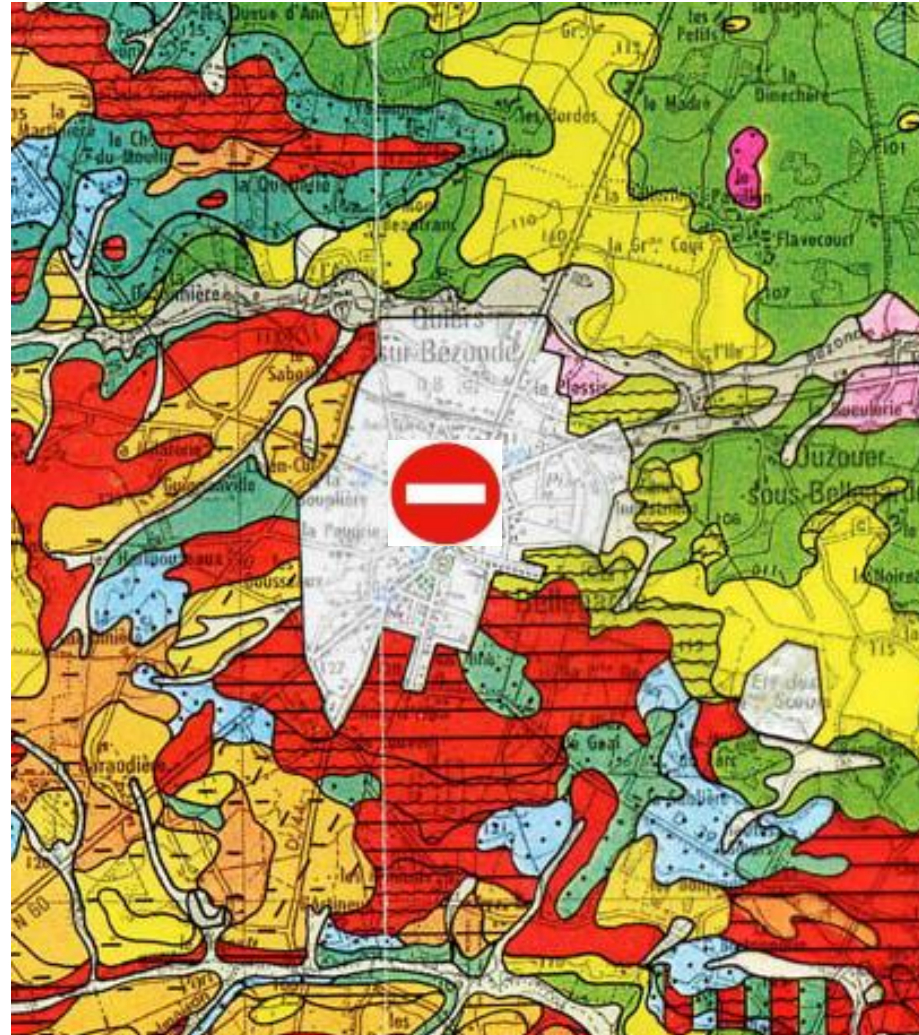
# Qu'est-ce qu'un sol urbain ?

- Pour un urbaniste...
- ... une surface foncière... autour de laquelle les attentes sont croissantes



# Qu'est-ce qu'un sol urbain ?

- Pour un pédologue...
- ... une zone blanche



# Qu'est-ce qu'un sol urbain ?

- Pour un pédologue urbain...
- ... une diversité/hétérogénéité sans équivalent dans d'autres contextes



**Luvisol**  
*Forêt urbaine*



**Cambisol**  
*Agriculture  
péri-urbaine*



**Anthrosol**  
*Jardin potager*



**Technosol**  
*Sol construit*



**Technosol**  
*Toiture végétalisée*



**Technosol**  
*friche industrielle*



**Technosol**  
*Bassin de  
décantation*



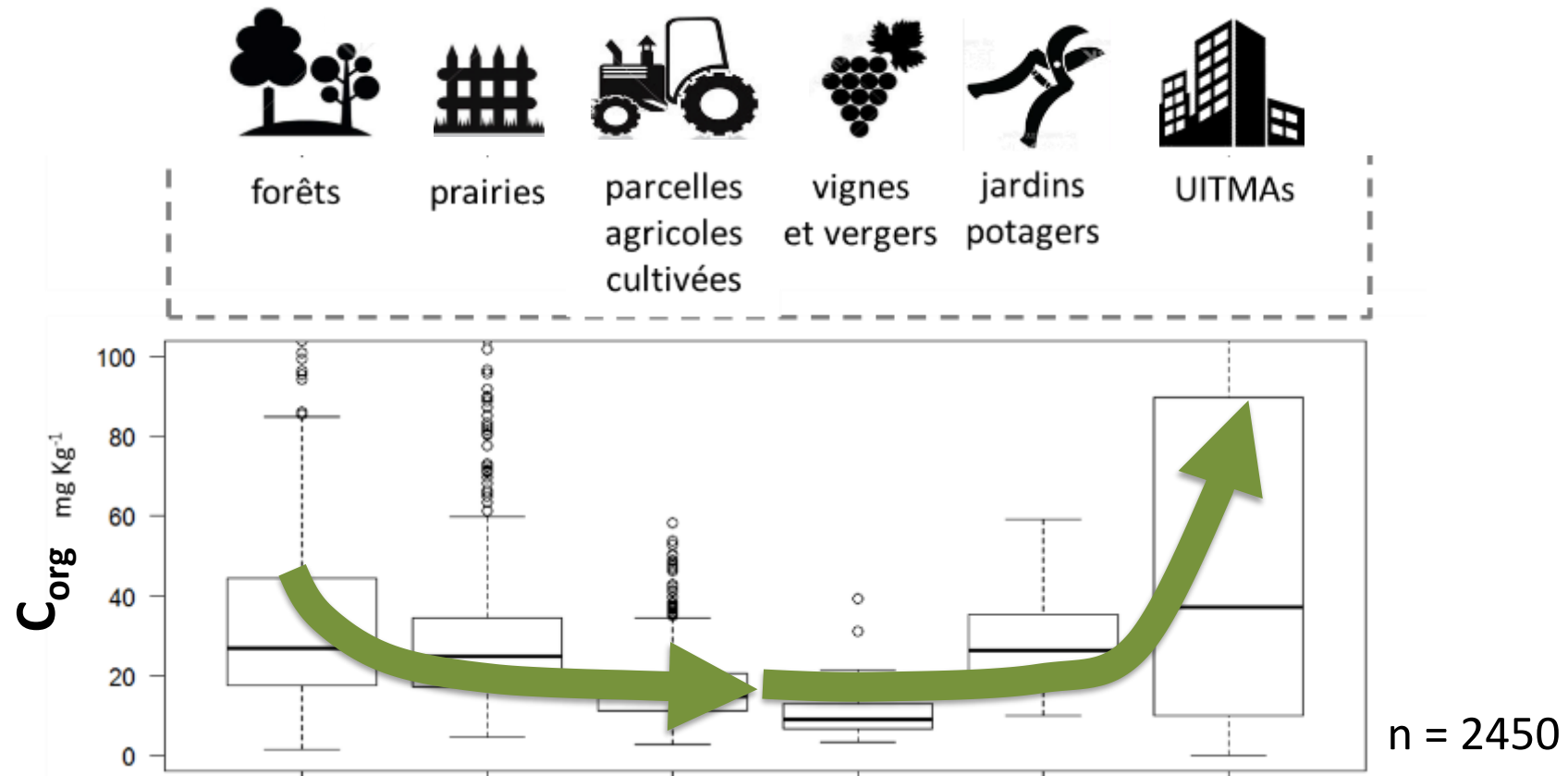
**Technosol**  
*pavement*



**Technosol**  
*route*

# Qu'est-ce qu'un sol urbain ?

- Pour un pédologue urbain...
- ... une diversité/hétérogénéité sans équivalent dans d'autres contextes



n = 2450

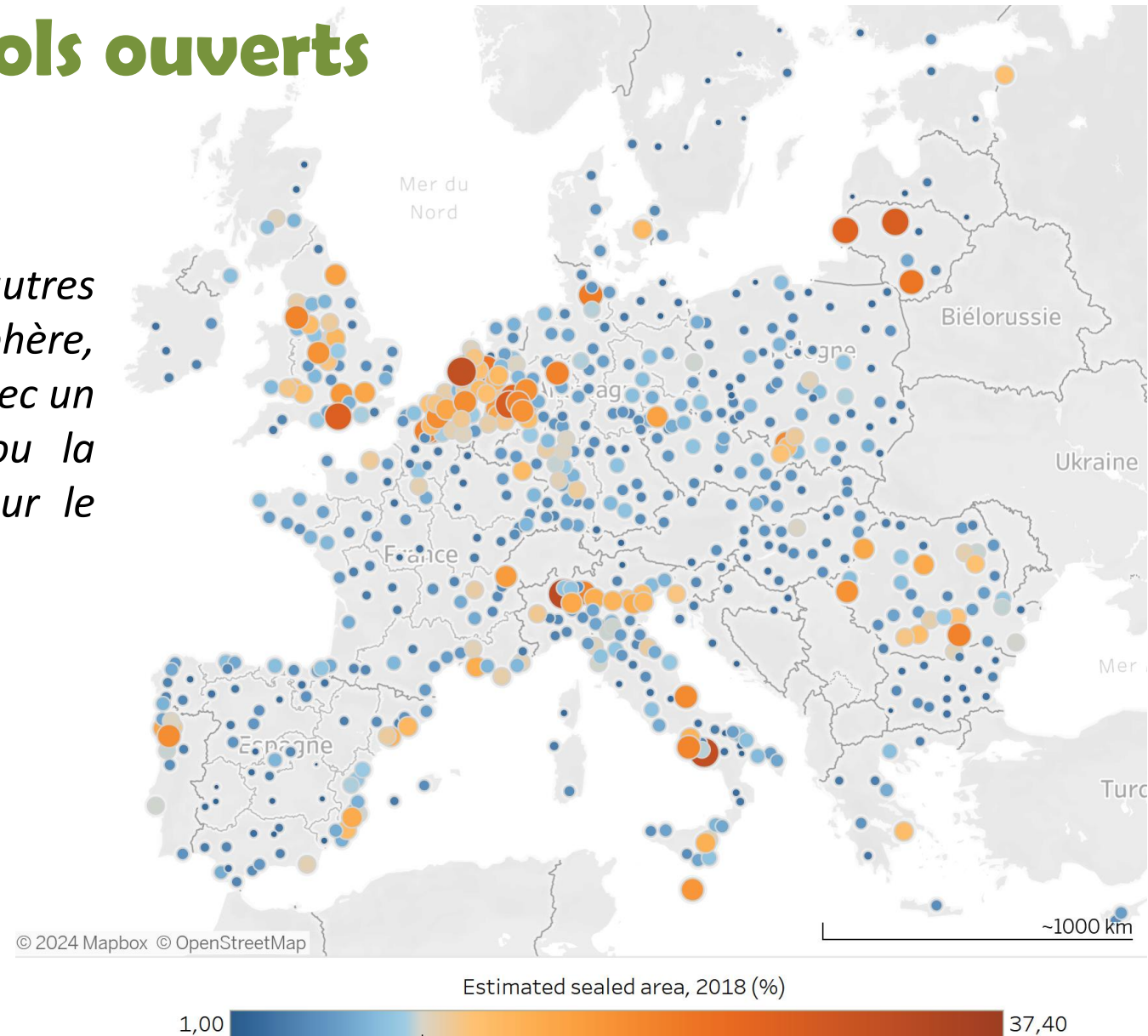
# Les freins au développement de l'AU liés aux sols urbains



# Faible disponibilité en sols ouverts

## ○ Imperméabilisation des sols

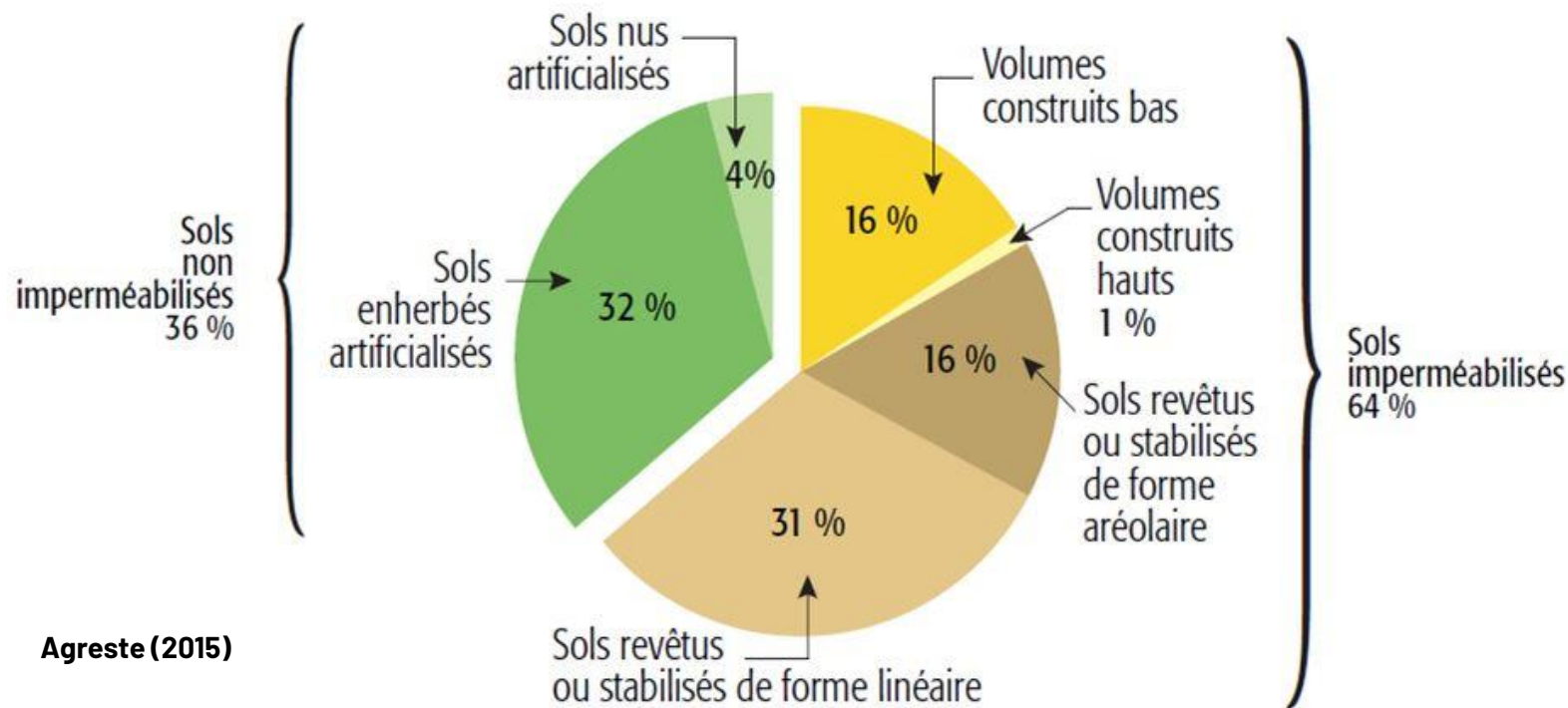
*Déconnexion du sol sous-jacent des autres compartiments de l'écosystème (biosphère, atmosphère, hydrosphère, anthroposphère) par la couverture avec un matériau imperméable (e.g. asphalte, béton) ou la modification drastique des propriétés du sol pour le rendre imperméable (Burghardt, 2006).*



# Faible disponibilité en sols ouverts

- Imperméabilisation des sols
- 64 % des sols artificialisés (zones urbaines, industrielles, militaires et minières) sont imperméabilisés

*A Paris, le cumul de la voirie et du bâti (toits, bâtiments) représente en moyenne 80 % de la surface de la ville, 20 % étant des sols végétalisés*



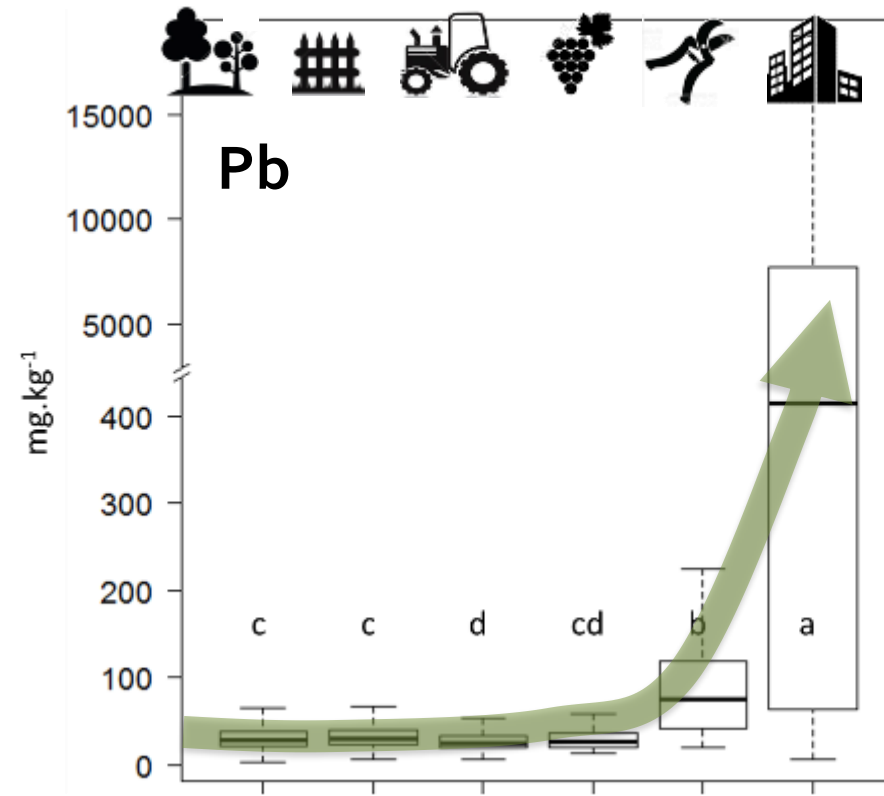
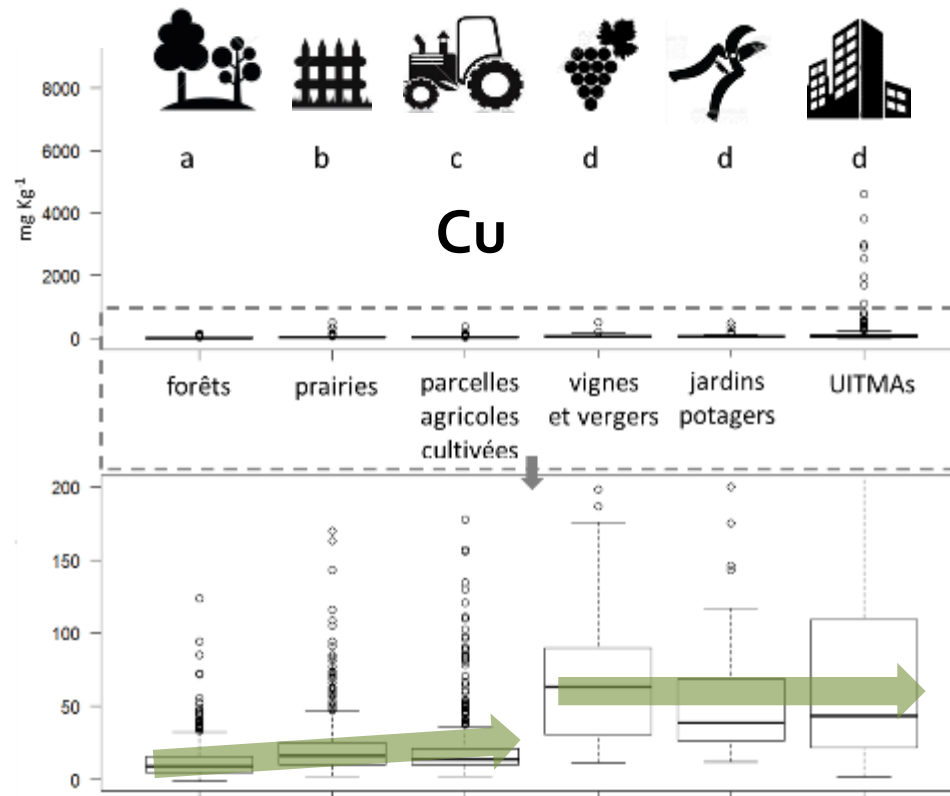


Le problème quand on « débitume », c'est qu'on trouve un sol dégradé...



# Contamination des sols urbains

- Niveaux de contamination = très forte variabilité spatiale + ordres de grandeurs très différents selon les éléments considérés

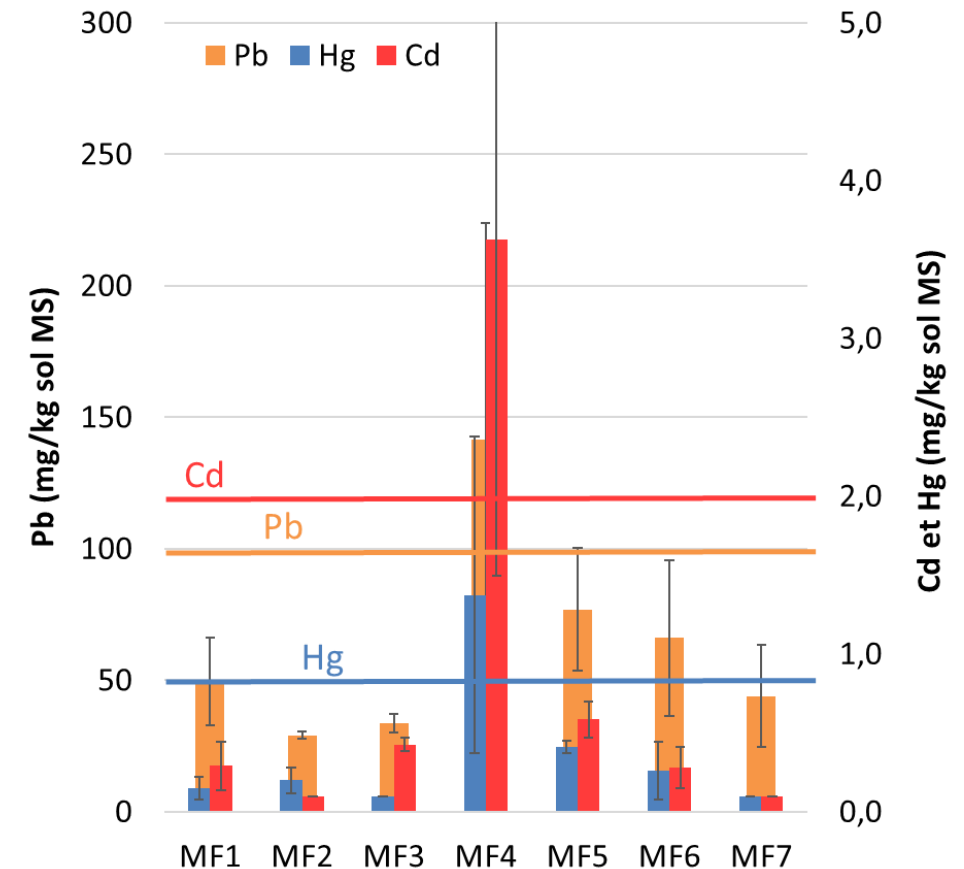


n = 2450

# Contamination des sols urbains

- Niveaux de contamination = très forte variabilité spatiale + ordres de grandeurs très différents selon les éléments considérés

*Dans le cadre du projet Ademe SEMOIRS, 7 micro-fermes urbaines localisées en Île de France ont été étudiées. Sans prétendre à une représentativité des espaces d'agricultures urbaines, elles illustrent la réalité de **contaminations résiduelles**, voire **significatives**.*



# Déficit de fertilité des sols urbains

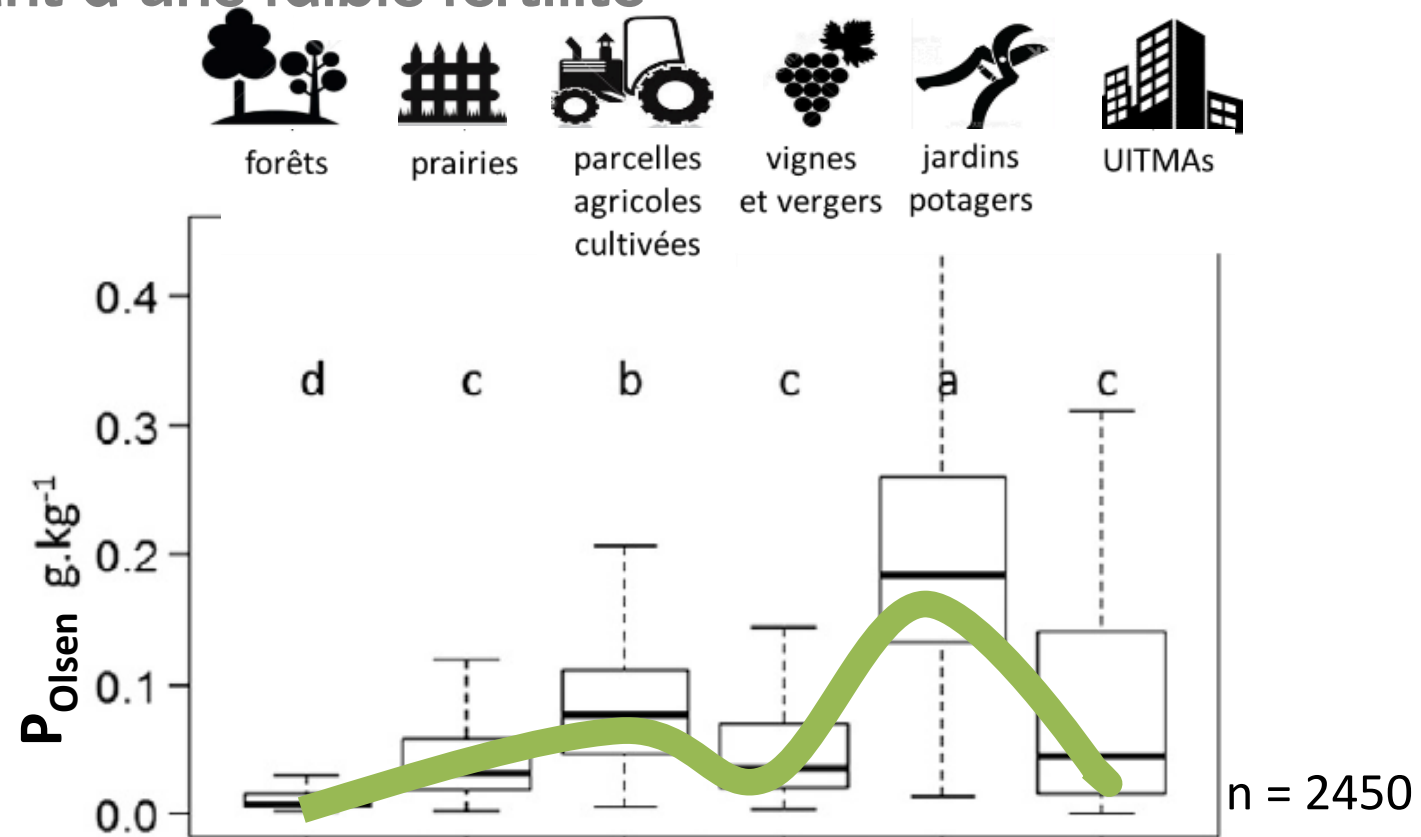
- La construction des villes est très souvent passée par le décapage des horizons organo-minéraux de surface et le recours à des matériaux de remblais d'origine géologique, conduisant à une faible fertilité



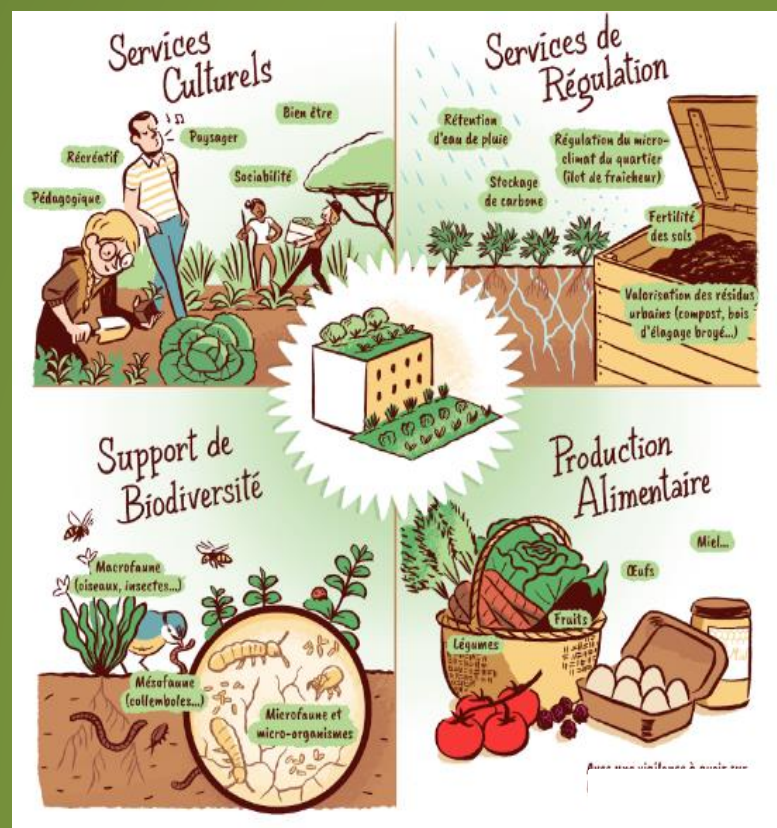
# Déficit de fertilité des sols urbains

- La construction des villes est très souvent passée par le décapage des horizons organo-minéraux de surface et le recours à des matériaux de remblais d'origine géologique conduisant à une faible fertilité

*Encore une fois, derrière cette tendance de fond se cache une **très forte hétérogénéité** de la fertilité des sols urbains*

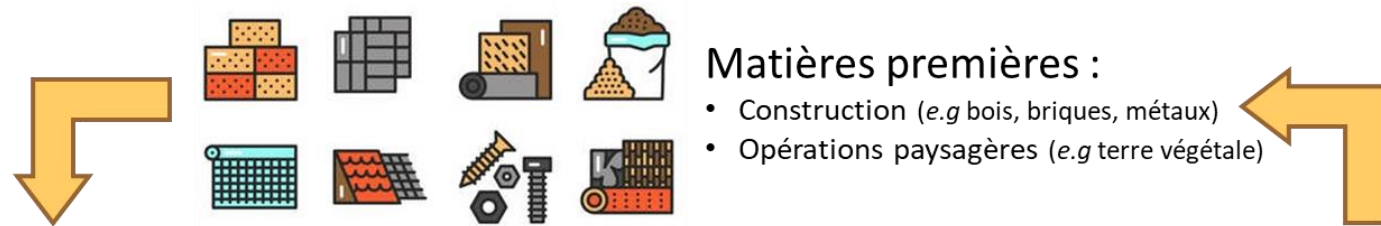


# Les opportunités et les solutions pour l'AU liées aux sols urbains



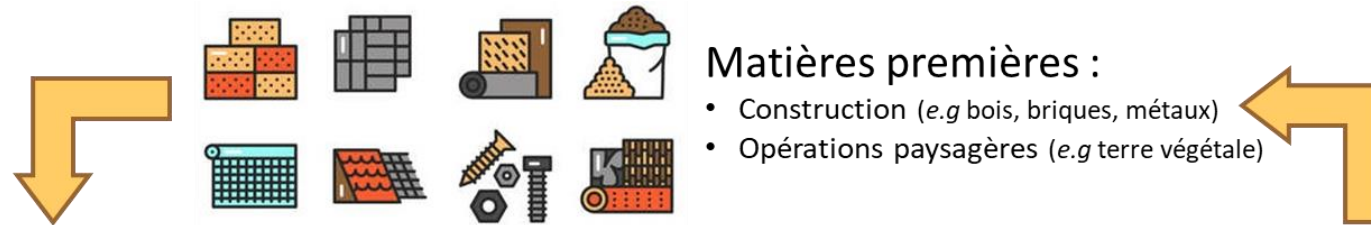
# Le génie pédologique pour créer des sols fonctionnels

- Développer l'économie circulaire des matériaux



# Le génie pédologique pour créer des sols fonctionnels

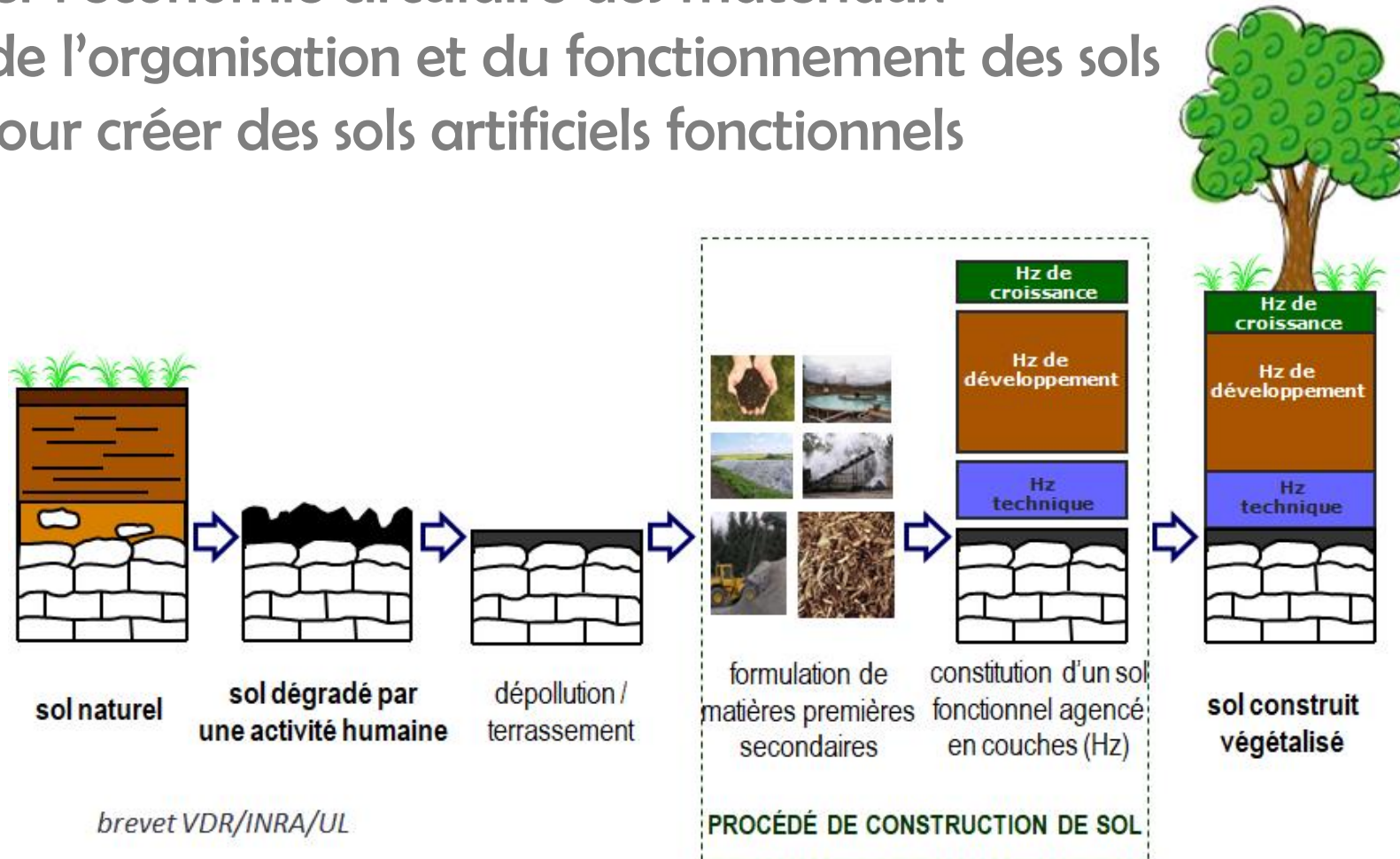
- Développer l'économie circulaire des matériaux





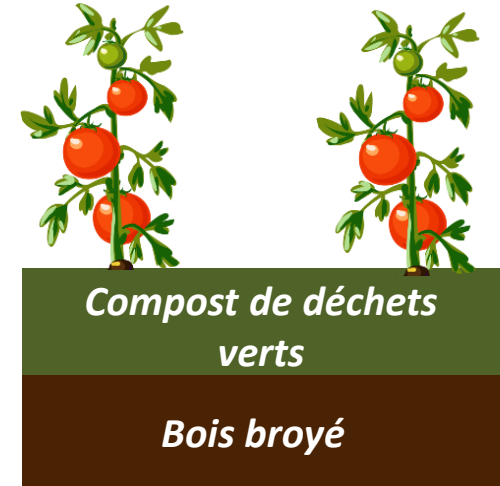
# Le génie pédologique pour créer des sols fonctionnels

- Développer l'économie circulaire des matériaux
- S'inspirer de l'organisation et du fonctionnement des sols naturels pour créer des sols artificiels fonctionnels



# Recyclage de déchets et sous-produits

- Création de bacs de culture avec des substrats construits
  - 260 L.m<sup>-2</sup> (650 t.ha<sup>-1</sup>) de compost de déchets verts
  - 150 L.m<sup>-2</sup> (375 t.ha<sup>-1</sup>) de bois broyé
  - Apports réguliers tous les 2 ans !!!

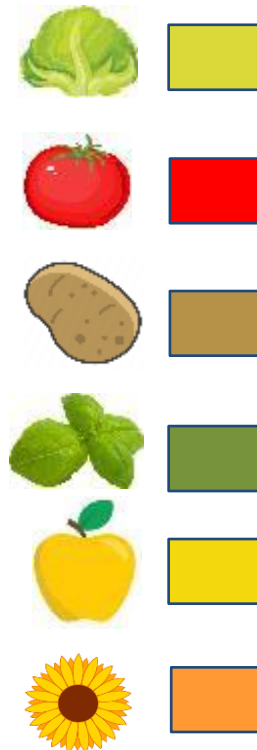
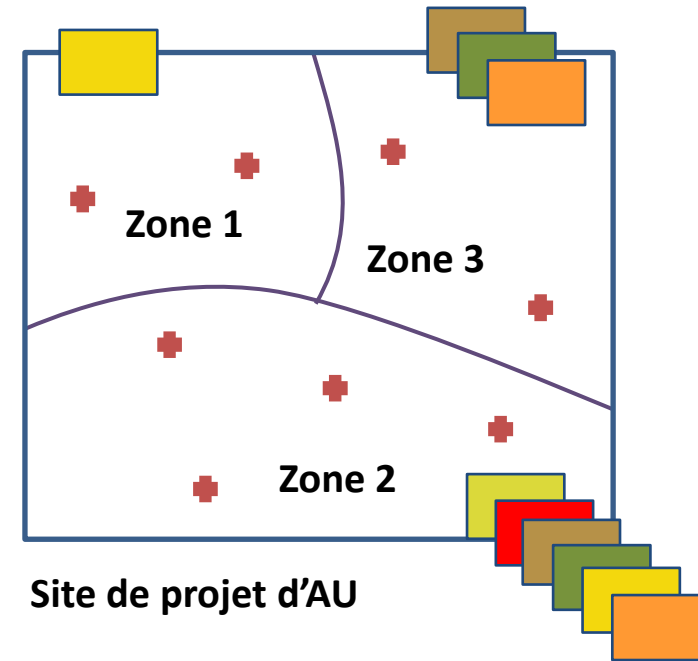


# Optimiser les usages selon la qualité des sols

- Cultiver les bonnes plantes sur le bon sol !

Phytodisponibilité de l'azote													
Indicateurs	Unité	Gammas de valeurs				Hz 1	Hz 2	Hz 3	Hz 4	Hz 5	Note indicateur	Facteur déclassant	Note fonction
		Note	Règle	Borne Inf	Borne Sup								
Ntot	g.kg <sup>-1</sup>	0	<	1		0	0	0	0	0	#DIV/0!	Oui	#DIV/0!
		1	entre	4,25									
		2	entre	7,5									
		3	>=										
C/N		0	>=	14		2	2	2	2	2	#DIV/0!	Oui	#DIV/0!
		1	entre	10									
		2	<	8									
		3	entre	8	10								

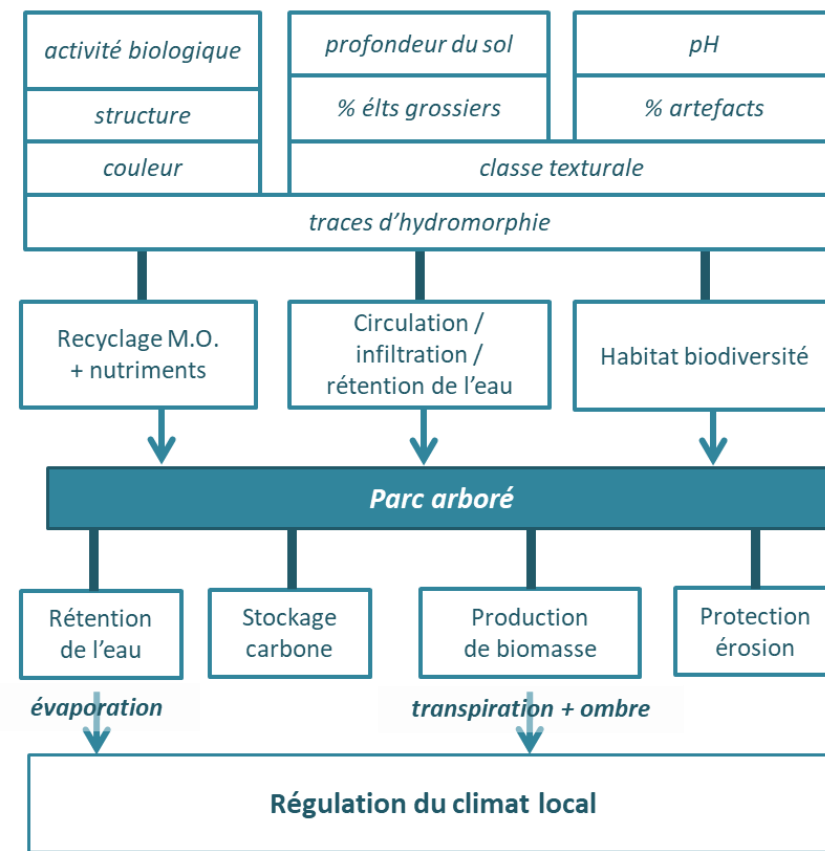
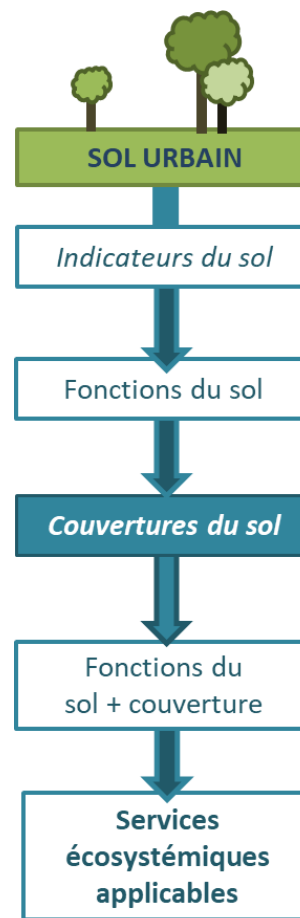
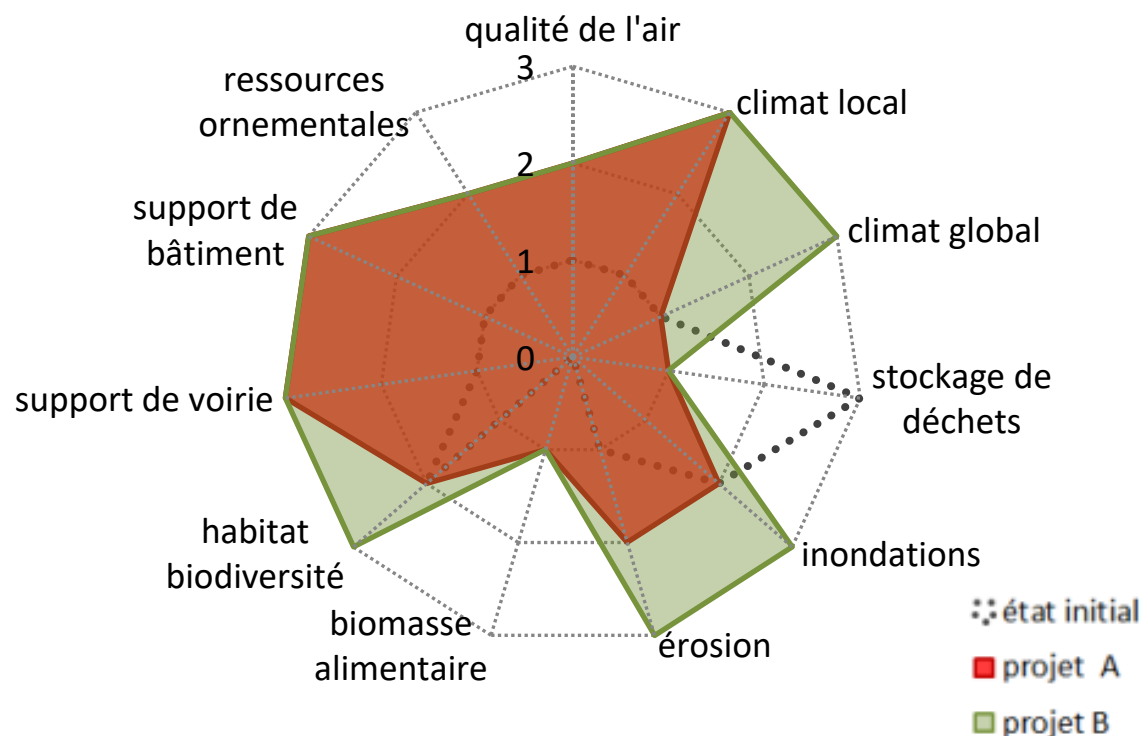
Espec	cat_prof_enracinement	cat_espece_veg	type_production	Phytodisponibilité N
Abricot	Enracinement profond	Fruits issus d'arbres fruitiers	Alimentaire	1
Artichaut	Enracinement intermédiaire	Légumes et fruits maraîchers	Alimentaire	3
Aubergine	Enracinement intermédiaire	Légumes et fruits maraîchers	Alimentaire	3
Basilique	Enracinement intermédiaire	Plantes à parfum, aromatiques et médicinales	Alimentaire	2
Bégonia	Enracinement intermédiaire	Plante ornementale herbacée	Non-alimentaire	2
Betterave énergie	Enracinement profond	Plantes de grandes cultures, de cultures industrielles, de cultures énergie ou de cultures fibres	Non-alimentaire	3
Betterave sucre	Enracinement profond	Plantes de grandes cultures, de cultures industrielles, de cultures énergie ou de cultures fibres	Alimentaire	3



- 65 indicateurs de qualité du sol
  - 15 fonctions du sol
- 85 espèces végétales (légumes, fruits, fleurs, céréales)

# Optimiser les services écosystémiques en milieu urbain

- Destisol & SUPRA : des outils d'aide à la décision pour évaluer et piloter l'aménagement urbain en prenant en compte les sols

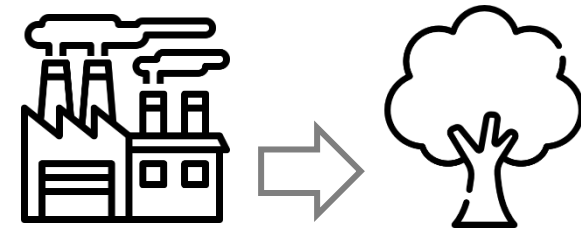
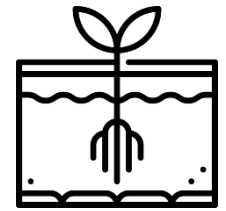


# Conclusion



# Comment les agricultures urbaines nous amènent à repenser notre rapport aux sols urbains ?

- Les sols urbains sont très variables et hétérogènes... et il en va de même de leur qualité !
- Il existe plusieurs freins - liés aux sols urbains (scellement, contamination, fertilité limitée) – au développement de l'agriculture urbaine
- Le contexte du ZAN est favorable globalement à la renaturation des sols urbains et notamment à l'agriculture urbaine
- Une meilleure connaissance des sols urbains et de leurs potentialités peut permettre de développer des villes à haut niveau de services écosystémiques



# Créer des sols fertiles

Du déchet à la végétalisation urbaine

Coordonné par  
Olivier Damas  
et Anaïs Coulon

Préface de Nicolas Hulot et Claire Chenu

EDITIONS  
**LE MONITEUR**

# Soils within Cities

Global approaches to their sustainable management

Editors: M.J. Levin, K.-H.J. Kim, J.L. Morel, W. Burghardt,  
P. Charzyński, R.K. Shaw

IUSS Working Group SUITMA

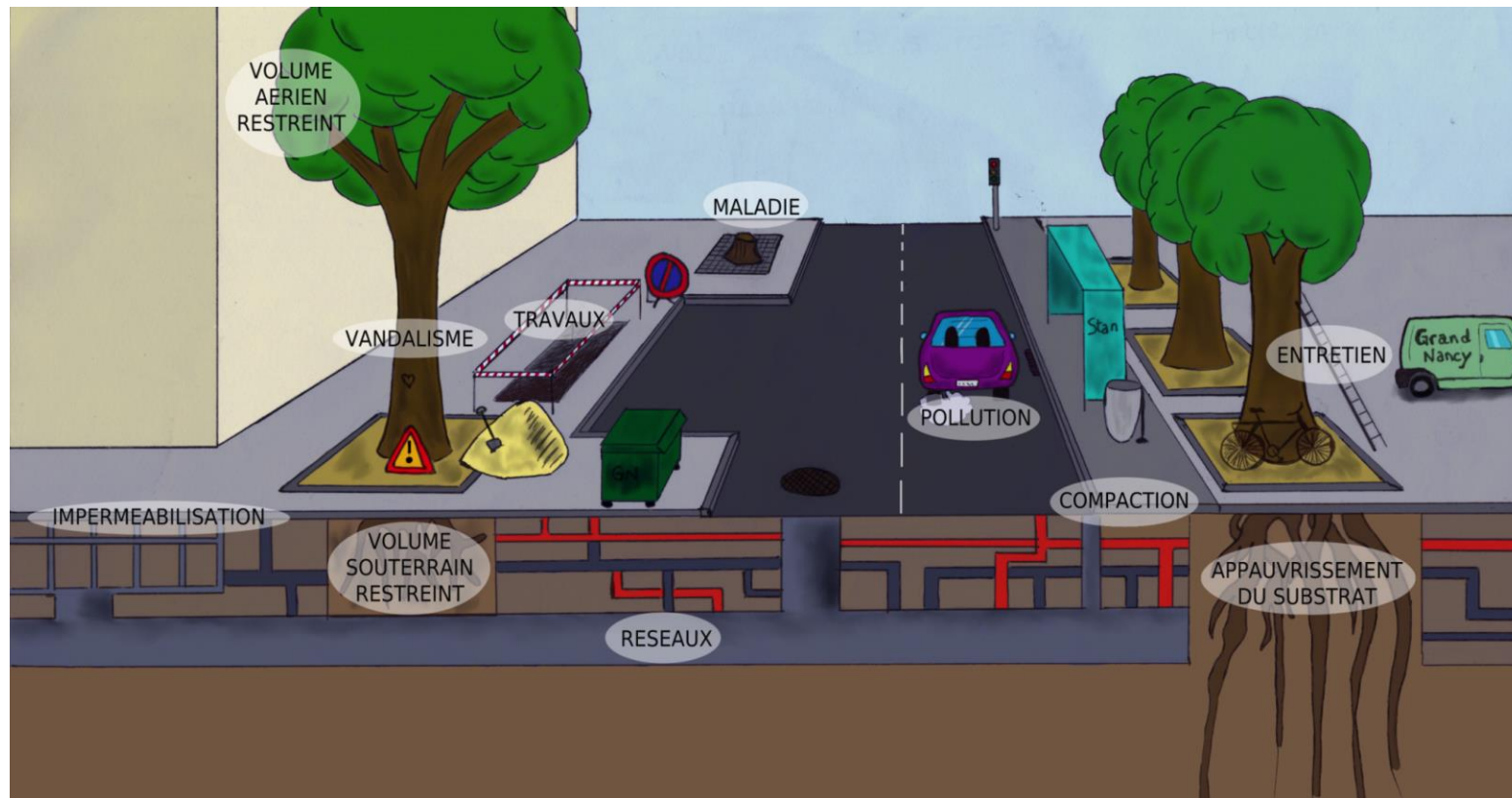


**C** CATENA



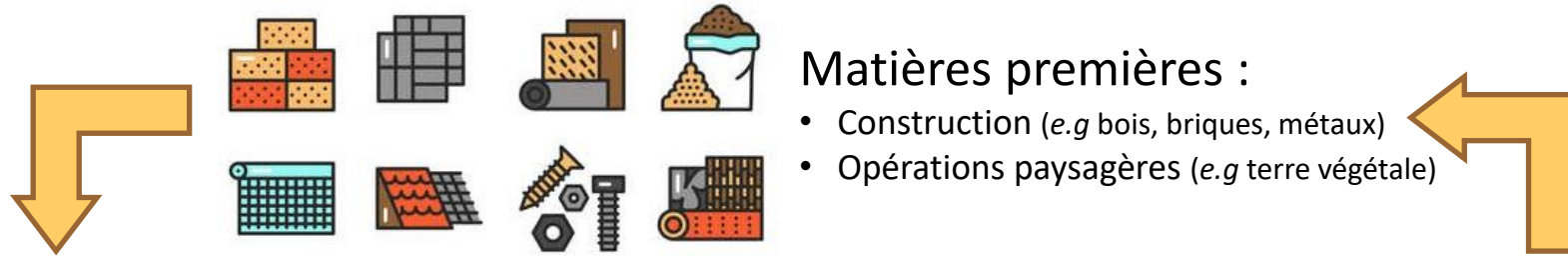
# Difficultés de végétalisation des sols urbains

- Fertilité des sols urbains très variable, mais fréquemment faible
- Environnement majoritairement défavorable au développement végétal

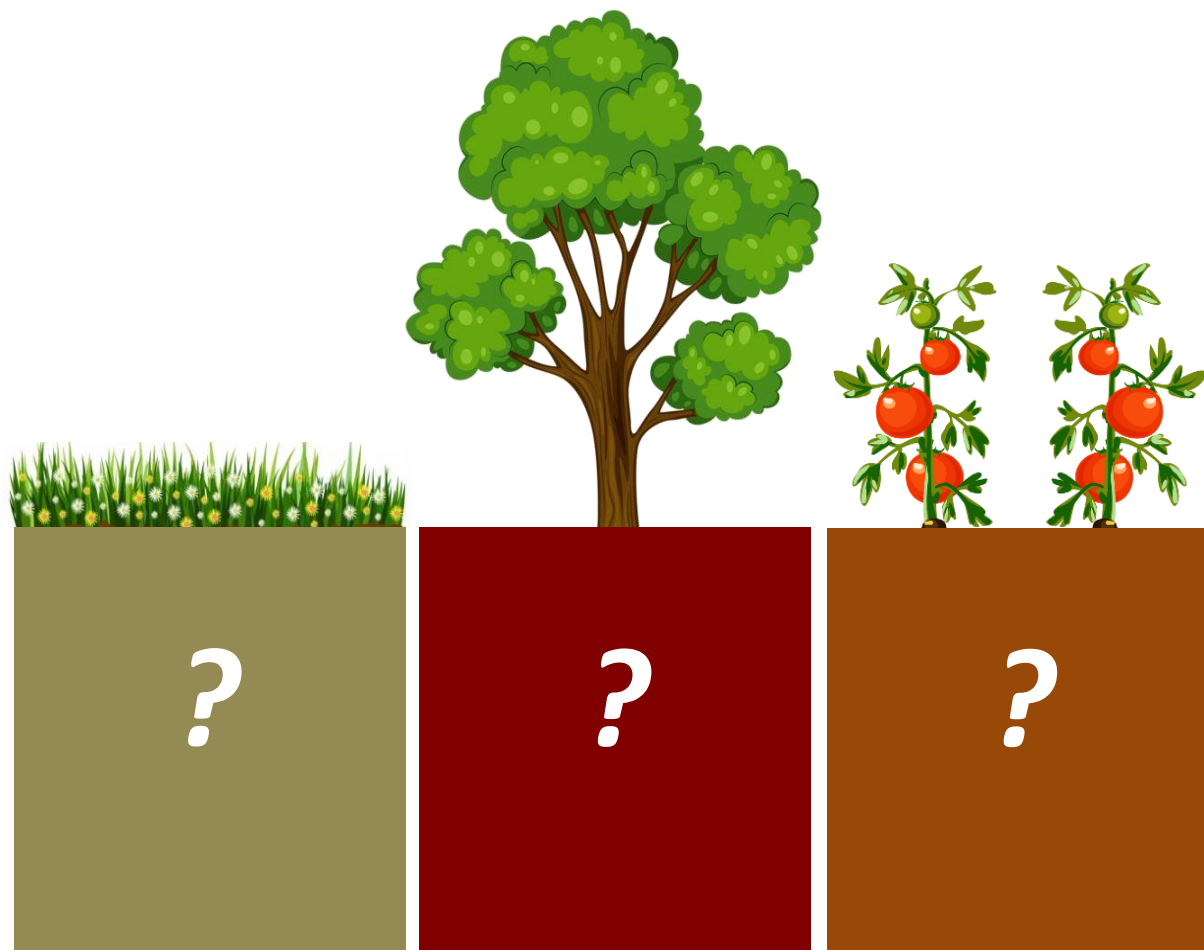




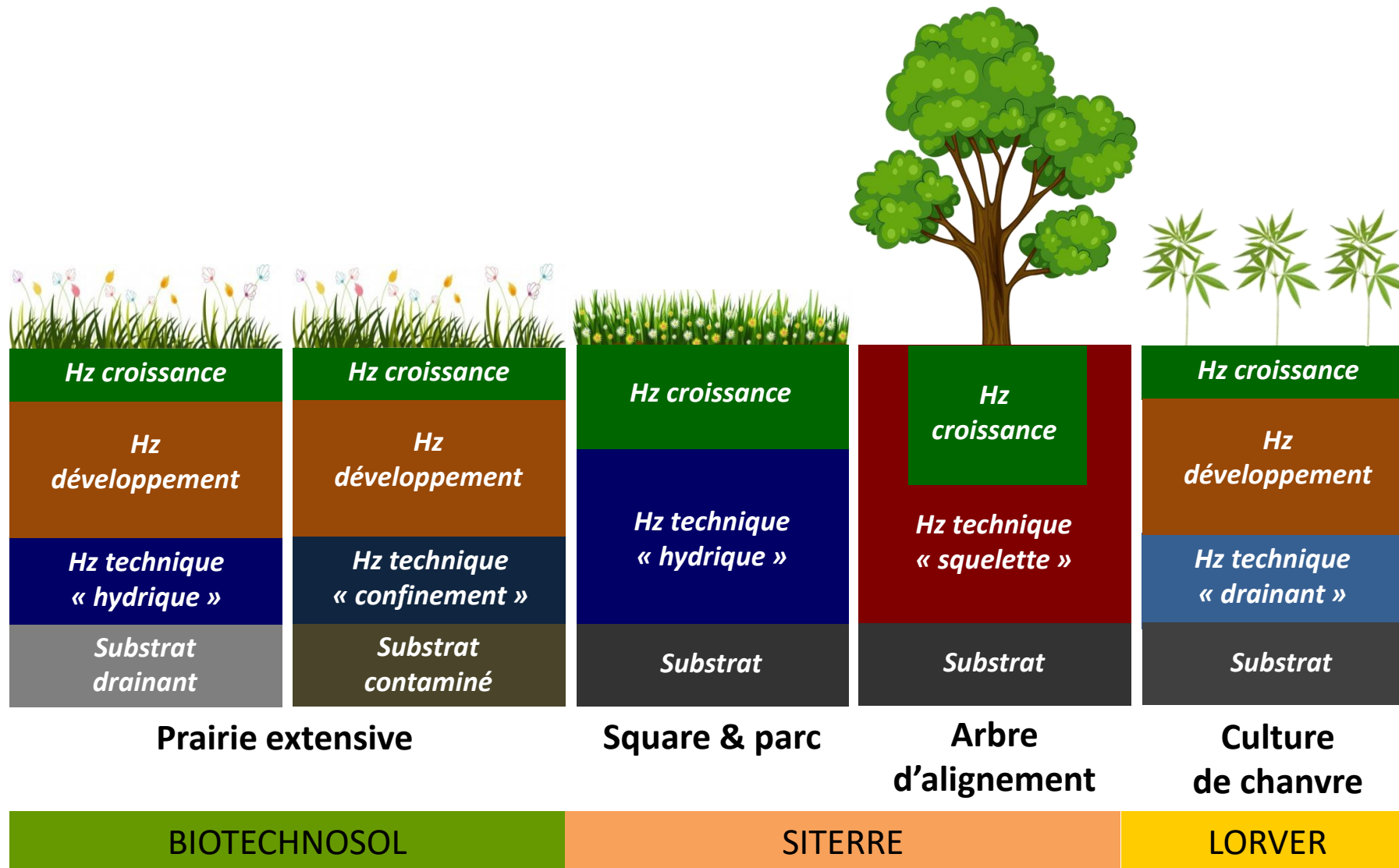
# Circular economy for urban greening



# Etape 1 - Un sol idéal pour un usage donné



# Etape 1 - Un sol idéal pour un usage donné



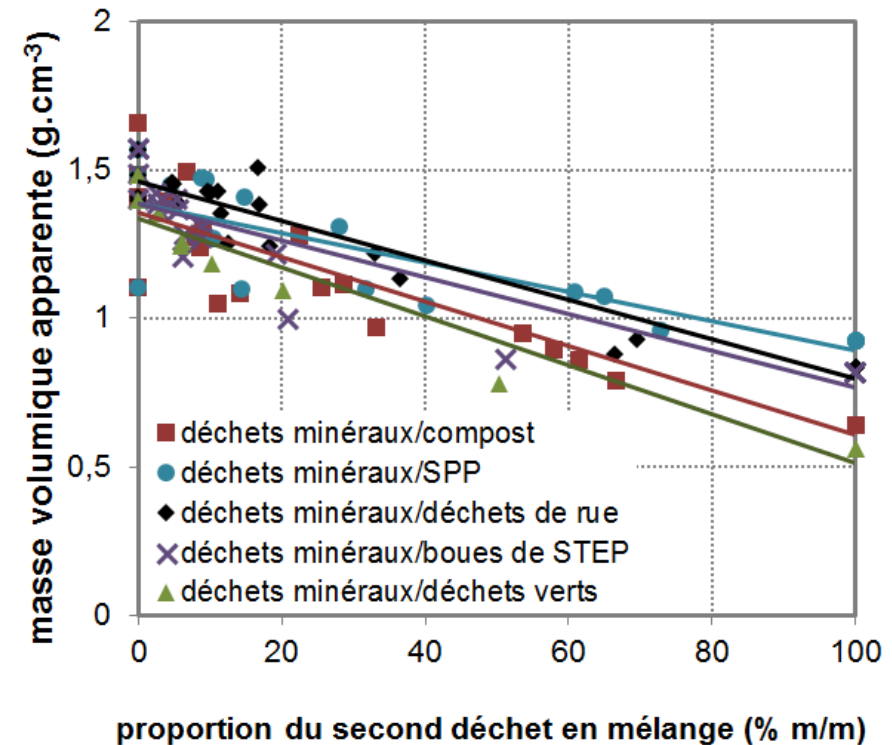
## Etape 2 - Des gisements locaux de déchets

- Sélectionner des déchets et sous-produits pertinents (toxicité, état, fertilité, disponibilité, éloignement)



## Etape 3 – Trouver la bonne « recette »

- Pour se rapprocher des sols optimaux / usage attendu :
  - Trouver les solutions techniques de préparation / mélange
  - Prévoir les propriétés des mélanges



# Recyclage de déchets et sous-produits (1/2)

- 2 parcelles de Technosols construits pour une surface de 2,5 ha :
  - 17 000 t ( $6\,800\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) de terres bioremédiées
  - 10 500 t ( $4\,200\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) de boue de papeterie
  - 3 200 t ( $1\,280\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) de sédiments de dragage
  - 400 t ( $160\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) de compost de boue urbaine



# Développement de la végétation (3/3)

- Production potagère sur Technosols construits et bacs potagers sur toits
- Rendements obtenus légèrement inférieurs à ceux en maraîchage biologique
- Teneurs en contaminants compatibles avec la consommation humaine



# Teneurs en ETM et HAP dans les plantes des 7 micro-fermes (2018, 2019)

ETM

% de la norme							
	MF1	MF2	MF3	MF4	MF5	MF6	MF7
Pb	8 - 46	6 - 47	2 - 58	7 - 45	21 - 70	9 - 67	10 - 64
	142			100 - 200			
Cd	1 - 16	1 - 26	2 - 13	7 - 77	1 - 32	5 - 32	1 - 17
				104 - 299			
Hg	2 - 56	1 - 13	1 - 18	1 - 34	2 - 40	1 - 21	1 - 26

HAP

Teneurs BaP et HAP4 restent en dessous de la norme européenne